

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

EP 00 / 08518



REC'D 03 OCT 2000

WIPO

PCT

4

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 199 41 656.7

Anmeldetag: 01. September 1999

Anmelder/Inhaber: Clariant GmbH,
Frankfurt am Main/DE

Bezeichnung: Cyclopenten-Derivate und ihre Verwendung in
flüssigkristallinen Mischungen

IPC: C 07 D, C 07 F, C 09 K

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 10. August 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Seller

Clariant GmbH

31. August 1999

H60620 IB/SF/ih

5

Cyclopenten-Derivate und ihre Verwendung in flüssigkristallinen Mischungen

10

Neben nematischen und cholesterischen Flüssigkristallen werden in jüngerer Zeit auch optisch aktive geneigt smektische (ferroelektrische) Flüssigkristalle in kommerziellen Displayvorrichtungen verwendet.

15 Clark und Lagerwall konnten zeigen, daß der Einsatz ferroelektrischer Flüssigkristalle (FLC) in sehr dünnen Zellen zu optoelektrischen Schalt- oder Anzeigeelementen führt, die im Vergleich zu den herkömmlichen TN ("twisted nematic")-Zellen um bis zu einem Faktor 1000 schnellere Schaltzeiten haben (siehe z. B. EP-A 0 032 362). Aufgrund dieser und anderer günstiger
20 Eigenschaften, z. B. der bistabilen Schaltmöglichkeit und des nahezu blickwinkelunabhängigen Kontrasts, sind FLCs grundsätzlich für Anwendungsgebiete wie Computerdisplays gut geeignet.

Für eine vertiefende Erörterung der technischen Anforderungen an FLCs wird auf
25 die europäische Patentanmeldung 97118671.3 sowie die DE-A 197 48 432 verwiesen.

Für die Verwendung in Flüssigkristallmischungen sind Cyclopentan-Derivate allgemeinsten Form in US 4,873,019 beschrieben.

30

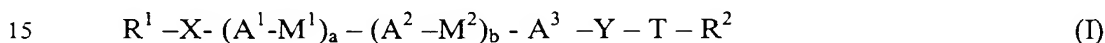
Da aber die Entwicklung, insbesondere von ferroelektrischen Flüssigkristallmischungen, noch in keiner Weise als abgeschlossen betrachtet werden kann, sind die Hersteller von Displays an den unterschiedlichsten

Komponenten für Mischungen interessiert, unter anderem auch deshalb, weil erst das Zusammenwirken der flüssigkristallinen Mischungen mit den einzelnen Bauteilen der Anzeigevorrichtung bzw. der Zellen (z. B. der Orientierungsschicht) Rückschlüsse auf die Qualität auch der flüssigkristallinen Mischungen zuläßt.

5

Es wurde nun gefunden, daß Cyclopentenderivate der Formel (I) schon in geringen Zumischmengen die Eigenschaften von Flüssigkristallmischungen, insbesondere chiral-smektischen Mischungen, günstig beeinflussen, z. B. hinsichtlich der dielektrischen Anisotropie und/oder des Schmelzpunktes, aber
10 auch hinsichtlich des Schaltverhaltens, den Werten des Tiltwinkels bzw. dessen Temperaturabhängigkeit.

Gegenstand der Erfindung sind daher Cyclopentene der Formel (I),



wobei die Symbole und Indizes folgende Bedeutungen haben:

T

20 Cyclopentan-1,3-diyl, bei dem eine $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ bzw. $-\text{CH}_2\text{CH}-$ Gruppe ersetzt ist durch eine $-\text{CH}=\text{CH}-$ bzw. $\text{CH}=\text{C}-$ Gruppe

R¹

25 Wasserstoff oder ein geradkettiger oder verzweigter C_{1-20} -Alkyl- oder C_{2-20} -Alkenyl-Rest (mit oder ohne asymmetrische C-Atome) mit 1 bis 20 C-Atomen, wobei

- 30 a) eine oder zwei nicht terminale CH_2 -Gruppen unabhängig voneinander durch $-\text{O}-$ und/oder $-\text{C}(=\text{O})-$ ersetzt sein können mit der Maßgabe, daß zwei benachbarte CH_2 -Gruppen nicht gleich ersetzt sein können und/oder
- b) eine $-\text{CH}_2$ -Gruppe durch $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ersetzt sein kann und/oder

- c) eine CH_2 -Gruppe durch $-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-$, Cyclopropan-1,2-diyl, Cyclobutan-1,3-diyl, Cyclopentan-1,3-diyl, Bicyclo[1.1.1]pentan-1,3-diyl oder Cyclohexan-1,4-diyl ersetzt sein kann und/oder
- d) ein oder mehrere H-Atome durch F und/oder CN ersetzt sein können;
- e) im Falle eines verzweigten Alkylrestes mit asymmetrischen C-Atomen die asymmetrischen C-Atome $-\text{CH}_3$, $-\text{OCH}_3$, $-\text{CF}_3$, F, CN und/oder Cl als Substituenten aufweisen oder in einen 3- bis 7-gliedrigen Ring eingebaut sind, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $-\text{O}-$ und eine CH_2 -Gruppe durch $-\text{OC}(=\text{O})-$ ersetzt sein können;
- R²** Wasserstoff oder ein geradkettiger oder verzweigter Alkylrest (mit oder ohne asymmetrische C-Atome) mit 1 bis 20 C-Atomen, wobei eine nicht terminale CH_2 -Gruppe durch $-\text{O}-$ oder $-\text{OC}(=\text{O})-$ oder $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ ersetzt sein kann und/oder ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können mit der Maßgabe, daß die dem Cyclopenten nächste $-\text{CH}_2$ -Gruppe nicht ersetzt sein kann.
- X:** eine Einfachbindung, $-\text{O}-$, $\text{OC}(=\text{O})-$, $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ oder $-\text{OC}(=\text{O})\text{O}-$
- Y:** $-\text{OC}(=\text{O})-$ oder $-\text{OCH}_2-$
- A¹, A², A³** sind unabhängig voneinander
- Phenylen-1,4-diyl, gegebenenfalls ein- oder zweifach substituiert durch CN oder F, Phenylen-1,3-diyl, gegebenenfalls ein- oder zweifach substituiert durch CN oder F, Cyclohexan-1,4-diyl, wobei ein oder zwei H-Atome durch CN und/oder CH_3 und/oder F ersetzt sein können, 1-Cyclohexen-1,4-diyl, wobei ein H-Atom durch F ersetzt sein kann, 1-Alkyl-1-silacyclohexan-1,4-diyl, Pyridin-2,5-diyl, gegebenenfalls einfach substituiert durch F, Pyrimidin-2,5-diyl, gegebenenfalls einfach substituiert durch F, Cyclopentan-2,5-diyl; Thiophen-2,5-diyl

M^1, M^2 sind ungerichtet unabhängig voneinander

$-OC(=O)-, -OCH_2-, -CH_2CH_2-, -OC(=O)CH_2CH_2-, -OCH_2CH_2CH_2-,$

$-C\equiv C-, -CH_2CH_2CH_2CH_2-$ oder eine Einfachbindung;

5 **a, b** sind unabhängig voneinander gleich 0 oder 1.

"terminal" bedeutet z.B. in R^1 die an X oder an H anknüpfenden CH_2 -Gruppen.

"ungerichtet" bedeutet die Möglichkeit eines spiegelverkehrten Einbaus der Gruppe.

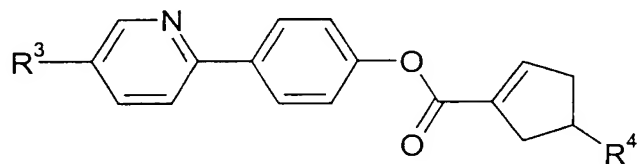
10

Bevorzugt ist T

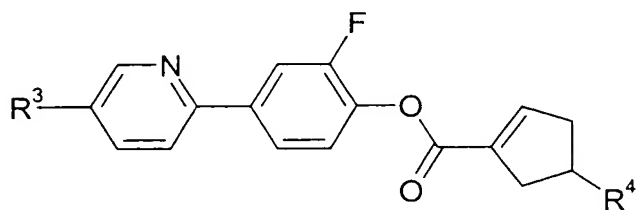
1-Cyclopenten-1,3-diyl, 1-Cyclopenten-1,4-diyl oder 3-Cyclopenten-1,3-diyl.

Bevorzugt sind die folgenden Verbindungen der Formeln (I-1) bis (I-45)

15

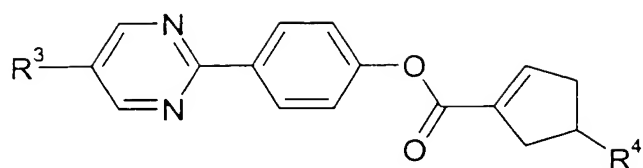


(I-1)

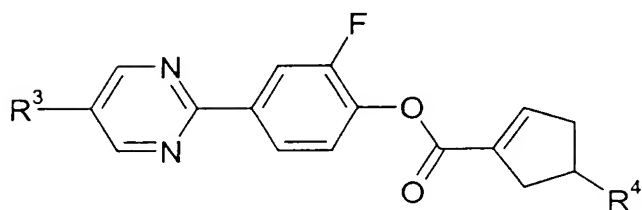


(I-2)

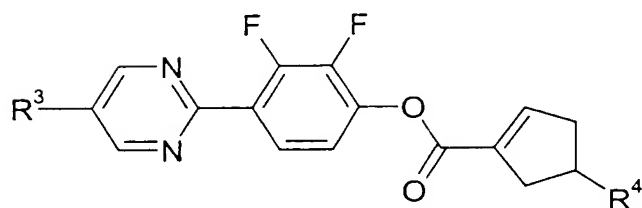
20



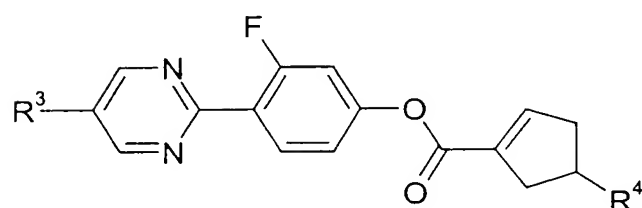
(I-3)



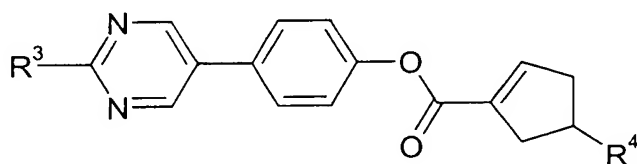
(I-4)



(I-5)

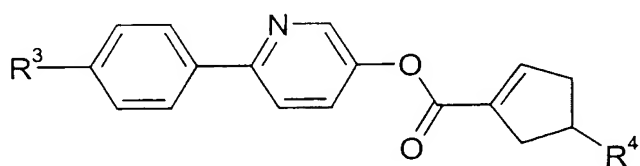


(I-6)



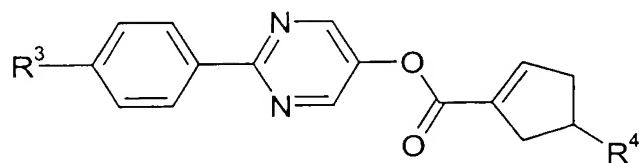
5

(I-7)

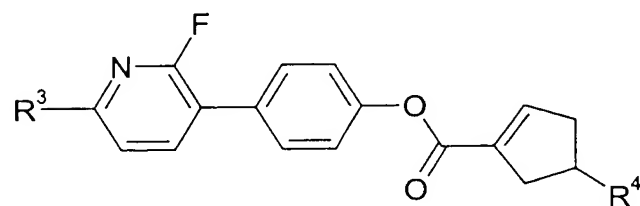


(I-8)

10

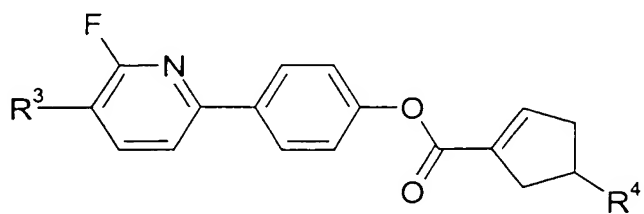


(I-9)

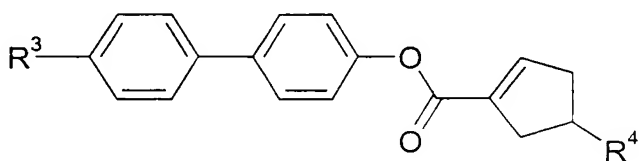


15

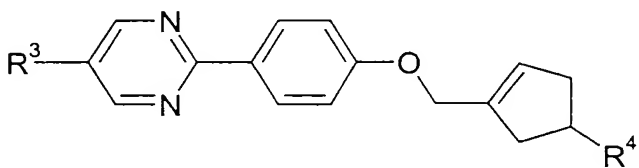
(I-10)



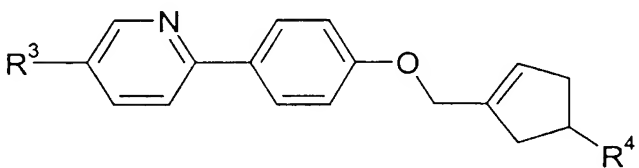
(I-11)



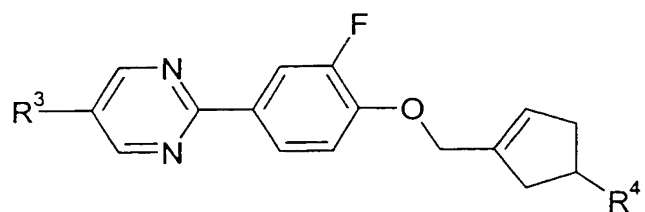
(I-12)



(I-13)

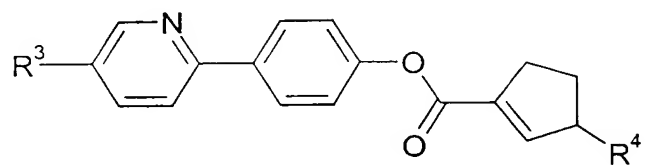


(I-14)



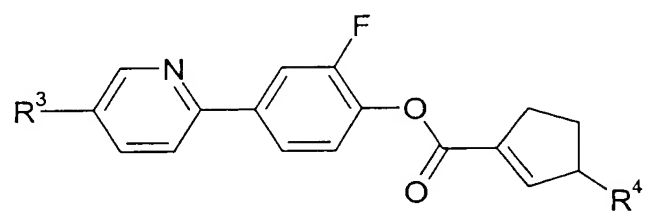
(I-15)

5



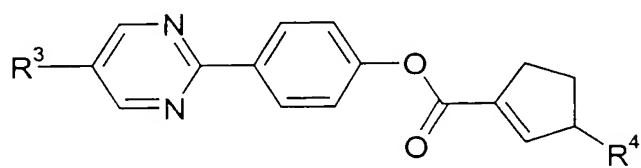
(I-16)

10

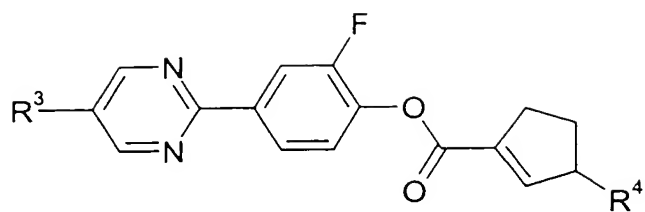


(I-17)

15

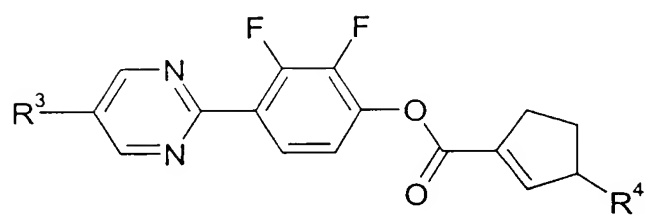


(I-18)

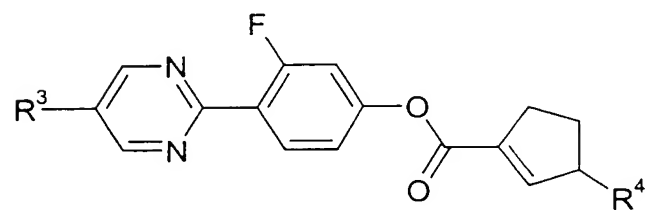


(I-19)

5

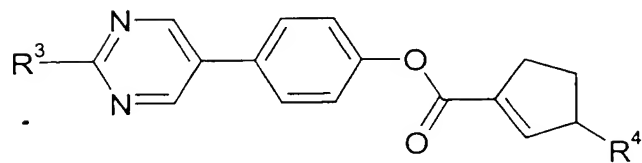


(I-20)



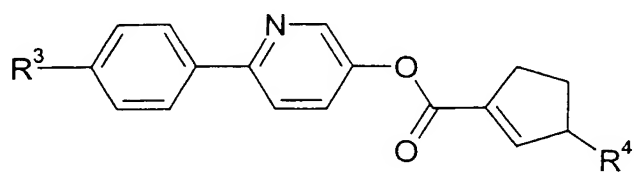
(I-21)

10

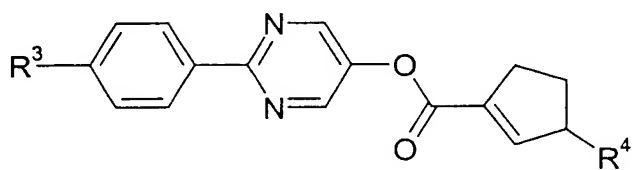


(I-22)

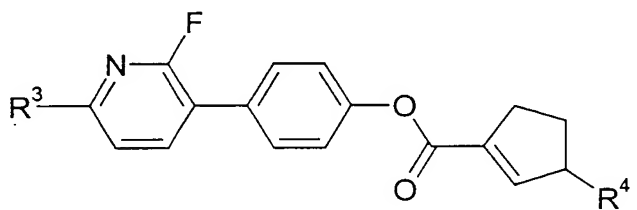
15



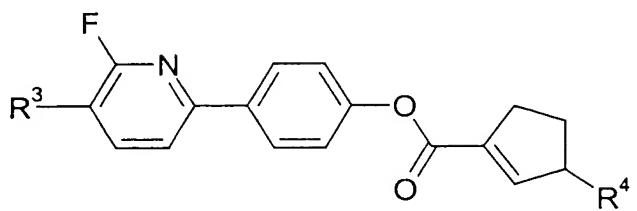
(I-23)



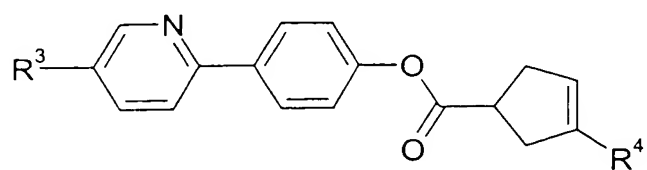
(I-24)



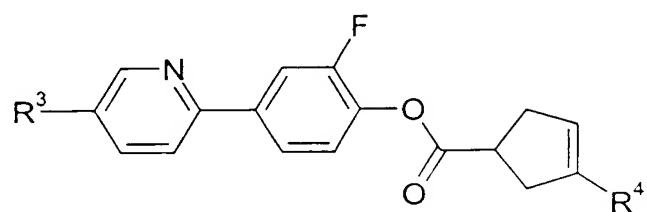
(I-25)



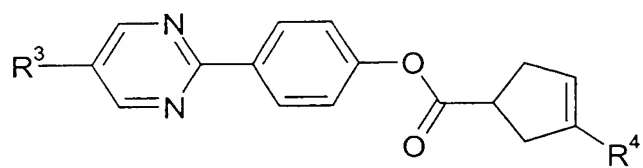
(I-26)



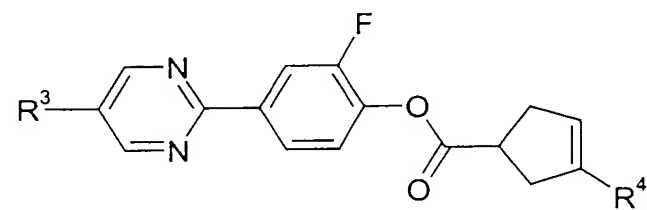
(I-31)



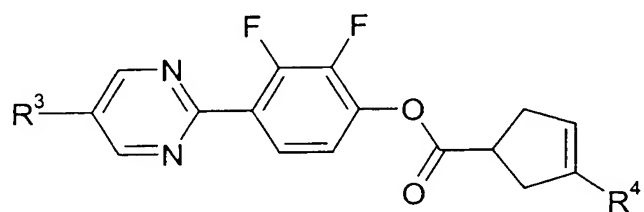
(I-32)



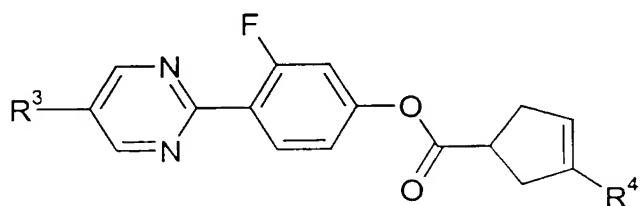
(I-33)



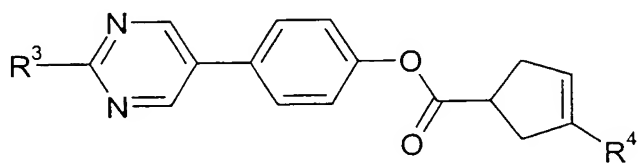
(I-34)



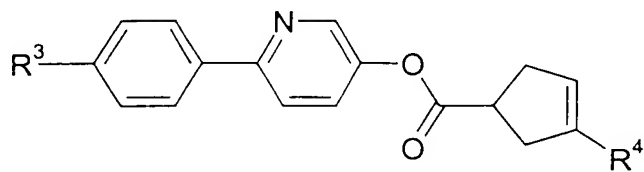
(I-35)



(I-36)

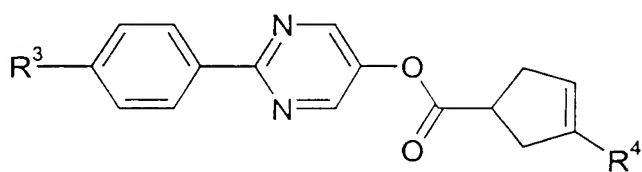


(I-37)

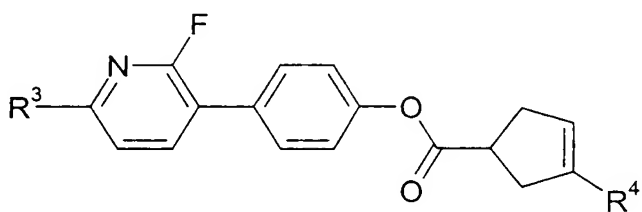


5

(I-38)

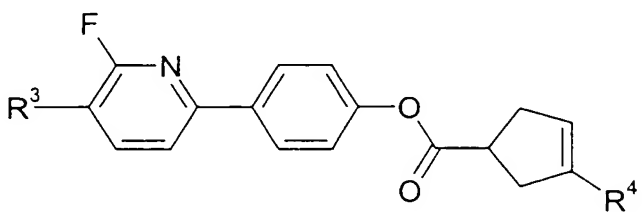


(I-39)



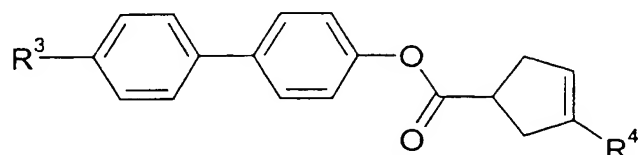
10

(I-40)

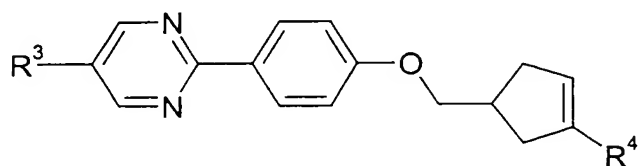


15

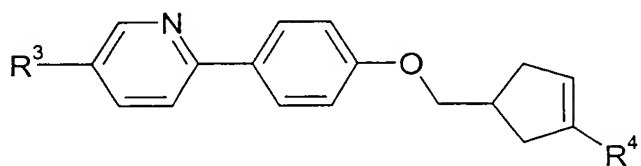
(I-41)



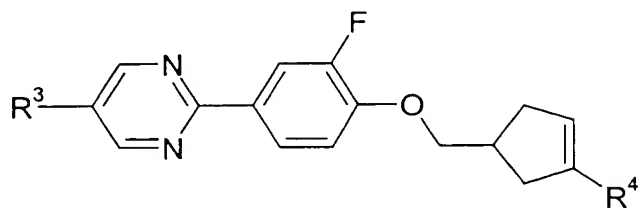
(I-42)



(I-43)



(I-44)



(I-45)

in denen bedeuten:

R³ Wasserstoff oder ein geradkettiger oder verzweigter Alkylrest (mit oder ohne asymmetrische C-Atome) mit 1 bis 16 C-Atomen, worin auch eine nicht terminale CH₂-Gruppe durch -O- oder ungerichtet -OC(=O)- ersetzt sein kann und worin ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können;

R^4 Wasserstoff oder ein geradkettiger oder verzweigter Alkylrest (mit oder ohne asymmetrische C-Atome) mit 1 bis 16 C-Atomen.

Besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formeln (I), insbesondere (I-1) bis (I-45), in denen R^3 und R^4 unabhängig voneinander einen geradkettigen Alkylrest mit 1 bis 16 C-Atomen bedeuten.

Ebenfalls besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formel (I), insbesondere (I-1) bis (I-45), in denen R^3 einen geradkettigen Alkyloxyrest mit 2 bis 12 C-Atomen und R^4 Wasserstoff oder einen geradkettigen Alkylrest mit 1 bis 12 C-Atomen bedeuten.

Ebenfalls besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formel (I), insbesondere (I-1) bis (I-45), in denen R^3 einen verzweigten Alkyl- oder Alkyloxy-Rest mit 2 bis 12 C-Atomen und R^4 Wasserstoff oder einen geradkettigen Alkylrest mit 1 bis 12 C-Atomen bedeuten.

Unter den Verbindungen der Formel (I), die als optisch aktive Komponenten (Dotierstoff) Einsatz in Flüssigkristallmischungen finden sollen, sind diejenigen bevorzugt, bei denen die Alkylgruppe die asymmetrischen C-Atome enthält in Form mindestens einer der Gruppierungen

- a) $-C^*H(CH_3)C_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 2 bis 8 aufweist
- b) $-OC^*H(CH_3)C_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 2 bis 8 aufweist
- c) $-OC^*H(CH_3)CO_2C_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 1 bis 10 aufweist
- 25 d) $-OC(=O)C^*H(CH_3)OC_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 1 bis 10 aufweist
- e) $-OC(=O)C^*H(F)C_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 1 bis 10 aufweist
- f) $-OCH_2C^*H(F)C_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 1 bis 10 aufweist
- g) $-OCH_2C^*H(F)C^*H(F)C_mH_{2m+1}$, wobei m Werte von 1 bis 10 aufweist
- 30 h) Oxiran-2,3-diyl

worin C^* das asymmetrische C-Atom markiert.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Verbindungen erfolgt nach an sich literaturbekannten Methoden, wie sie in Standardwerken zur Organischen Synthese, z. B. Houben-Weyl, Methoden der Organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart, beschrieben werden.

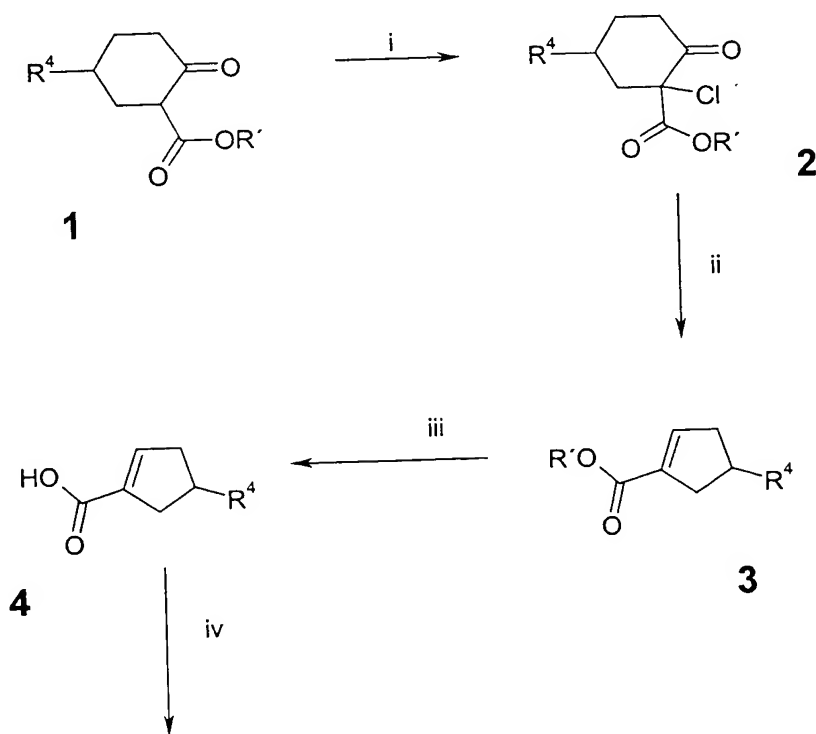
5

Es kann sich jedoch als erforderlich erweisen, die Literaturmethoden für die Erfordernisse mesogener Bausteine zu variieren / modifizieren, da z. B. funktionelle Derivate mit langen ($> C_6$) Alkylketten häufig ein geringeres Reaktionsvermögen zeigen als z. B. die Methyl- oder Ethylanaloge.

10

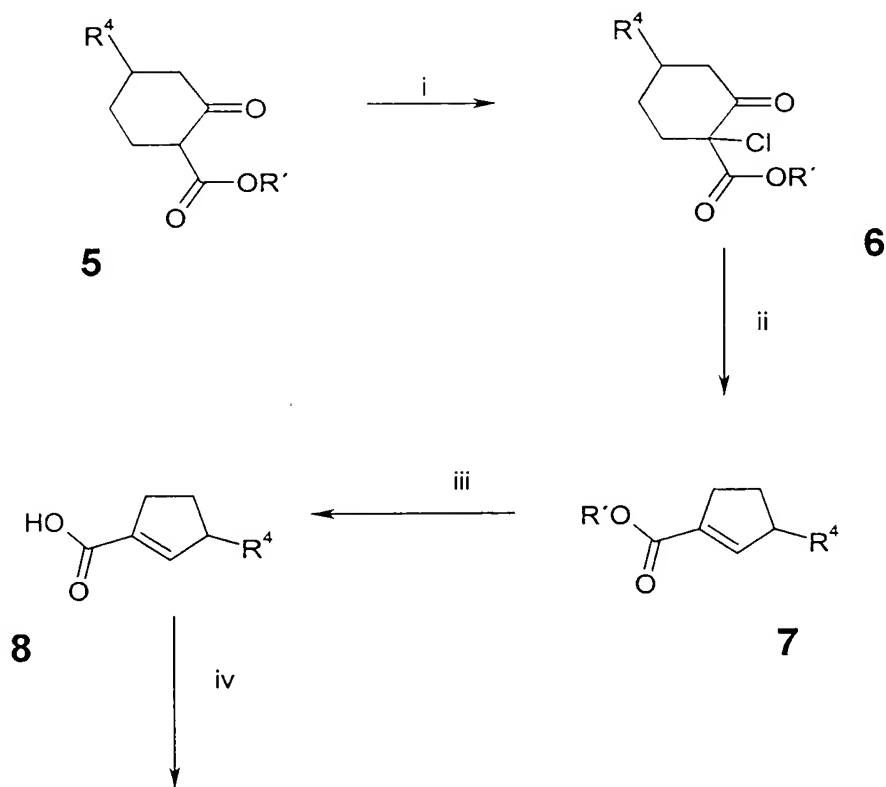
Insbesondere wird in diesem Zusammenhang auf nachstehende Syntheschemata verwiesen, in denen die Synthese der erfindungsgemäßen Cyclopenten-Derivate beispielhaft näher erläutert wird.

Schema 1



- i: $t\text{-BuOCl}$, CH_3OH analog Takeda, *Bull.Chem.Soc.Jpn.* 50(7), 1831 (1977).
 ii: Na_2CO_3 , Xylol, 160°C analog Takeda, *Bull.Chem.Soc.Jpn.* 50(7), 1831 (1977).
 iii: 1. $\text{NaOH}/\text{H}_2\text{O}$ 2. HCl
 5 iv: $\text{R}^1\text{-X-(A}^1\text{-M}^1)_a\text{-(A}^2\text{-M}^2)_b\text{-A}^3\text{-OH}$, $\text{DCC}/\text{CH}_2\text{Cl}_2$

Schema 2

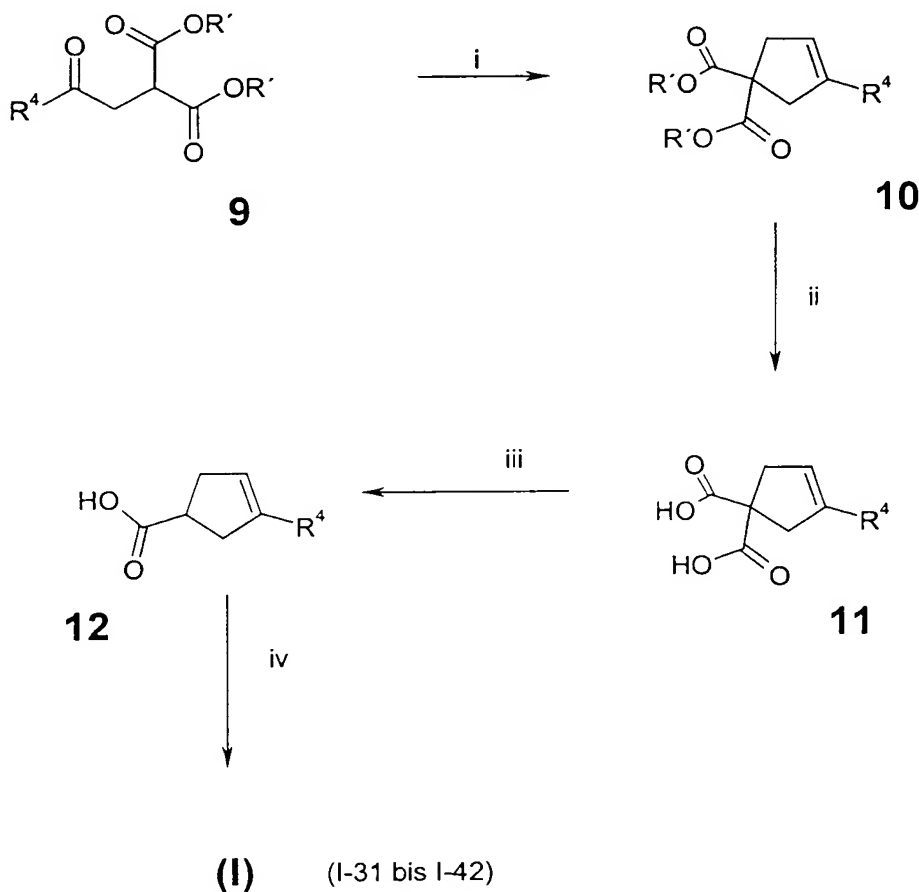


(I) (I-16 bis I-27)

- 10 i: $t\text{-BuOCl}$, CH_3OH analog Takeda, *Bull.Chem.Soc.Jpn.* 50(7), 1831 (1977).
 ii: Na_2CO_3 , Xylol, 160°C analog Takeda, *Bull.Chem.Soc.Jpn.* 50(7), 1831 (1977).
 iii: 1. $\text{NaOH}/\text{H}_2\text{O}$ 2. HCl
 iv: $\text{R}^1\text{-X-(A}^1\text{-M}^1)_a\text{-(A}^2\text{-M}^2)_b\text{-A}^3\text{-OH}$, $\text{DCC}/\text{CH}_2\text{Cl}_2$

Die für die Synthesen nach Schemata 1 bzw. 2 erforderlichen Edukte 1 bzw. 5 lassen sich analog Eisenbraun et al., J.Org.Chem. 32, 3010 (1967) herstellen.

5 **Schema 3**



- i: Vinyltriphenylphosphoniumbromid (Schweizer's Reagenz), NaH, Et₂O
analog Schweizer, J.Org.Chem. 30, 2082 (1965).
- ii: 1.KOH 2.HCl *analog Schweizer, J.Org.Chem. 30, 2082 (1965).*
- 10 iii: Thermolyse *analog Schweizer, J.Org.Chem. 30, 2082 (1965).*
- iv: R¹-X- (A¹-M¹)_a - (A²-M²)_b - A³-OH, DCC / CH₂Cl₂

Die für die Synthese nach Schema 3 erforderlichen Edukte 9 lassen sich analog Hurd et al., J.Am.Chem.Soc. 70, 1650 (1948) herstellen.

Was die Verknüpfung funktioneller Derivate der Cyclopentene mit anderen flüssigkristallspezifischen Bausteinen anbelangt, wird ausdrücklich auf DE-A 197 48 432 verwiesen, in der eine Auflistung dem Fachmann geläufiger Methoden angegeben ist.

5

Gegenstand der Erfindung ist auch die Verwendung von Verbindungen der Formel (I) in Flüssigkristallmischungen, vorzugsweise smektischen und nematischen, besonders bevorzugt chiral-smektischen (ferroelektrischen) Flüssigkristallmischungen. Insbesondere bevorzugt ist die Verwendung in
10 ferroelektrischen Flüssigkristallmischungen, die im Inverse-Mode oder in Anzeigen mit Aktivmatrix-Elementen betrieben werden.

Ganz besonders bevorzugt ist die Verwendung in Mischungen für Aktivmatrix-LCDs, bei denen die chiral-smektische Flüssigkristallschicht eine monostabile Monodomäne ausbildet.

15

Weiterhin Gegenstand der Erfindung sind Flüssigkristallmischungen, vorzugsweise smektische und nematische, besonders bevorzugt ferroelektrische (chiral smektische) Flüssigkristallmischungen, enthaltend eine oder mehrere Verbindungen der Formel (I).

20

Die erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischungen enthalten im allgemeinen 2 bis 35, vorzugsweise 2 bis 25, besonders bevorzugt 2 bis 20 Komponenten.

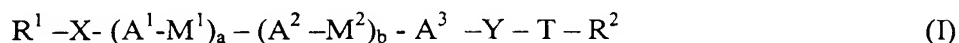
Sie enthalten im allgemeinen 0,01 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise 0,1 bis
25 60 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,1 bis 30 Gew.-%, an einer oder mehreren, vorzugsweise 1 bis 10, besonders bevorzugt 1 bis 5, ganz besonders bevorzugt 1 bis 3, der erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel (I).

Weitere Komponenten von Flüssigkristallmischungen, die erfindungsgemäße
30 Verbindungen der Formel (I) enthalten, werden vorzugsweise ausgewählt aus den bekannten Verbindungen mit smektischen und/oder nematischen und/oder cholesterischen Phasen. In diesem Sinne geeignete weitere

Patentansprüche

5

1. Cyclopenten-Derivate der Formel (I),



10 wobei die Symbole und Indizes folgende Bedeutungen haben:

T

Cyclopentan-1,3-diyl, bei dem eine $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ bzw. $-\text{CH}_2\text{CH}-$ Gruppe ersetzt ist durch eine $-\text{CH}=\text{CH}-$ bzw. $\text{CH}=\text{C}-$ Gruppe

15 R¹

Wasserstoff oder ein geradkettiger oder verzweigter C₁₋₂₀-Alkyl- oder C₂₋₂₀-Alkenyl-Rest (mit oder ohne asymmetrische C-Atome), wobei

- 20 a) eine oder zwei nicht terminale CH₂-Gruppen unabhängig voneinander durch -O- oder -C(=O)- ersetzt sein können mit der Maßgabe, daß zwei benachbarte CH₂-Gruppen nicht gleich ersetzt sein können und/oder
- b) eine -CH₂-Gruppe durch -C≡C- ersetzt sein kann und/oder
- c) eine CH₂-Gruppe durch -Si(CH₃)₂-, Cyclopropan-1,2-diyl, Cyclobutan-1,3-diyl, Cyclopentan-1,3-diyl, Bicyclo[1.1.1]pentan-1,3-diyl oder Cyclohexan-1,4-diyl ersetzt sein kann und/oder
- 25 d) ein oder mehrere H-Atome durch F und/oder CN ersetzt sein können;
- e) im Falle eines verzweigten Alkylrestes mit asymmetrischen C-Atomen die asymmetrischen C-Atome -CH₃, -OCH₃, -CF₃, F, CN und/oder Cl als Substituenten aufweisen oder
- 30 in einen 3- bis 7-gliedrigen Ring eingebaut sind, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O- und eine zu

diesen nicht benachbarte CH_2 -Gruppe durch $-\text{OC}(=\text{O})-$ ersetzt sein können;

R² Wasserstoff oder ein geradkettiger oder verzweigter Alkylrest (mit oder ohne asymmetrische C-Atome) mit 1 bis 20 C-Atomen, wobei eine nicht terminale CH_2 -Gruppe durch $-\text{O}-$ oder $-\text{OC}(=\text{O})-$ oder $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ ersetzt sein kann und/oder ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können mit der Maßgabe, daß die dem Cyclopenten nächste $-\text{CH}_2$ -Gruppe nicht ersetzt sein kann

X: eine Einfachbindung, $-\text{O}-$, $\text{OC}(=\text{O})-$, $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ oder $-\text{OC}(=\text{O})\text{O}-$

Y: $-\text{OC}(=\text{O})-$ oder $-\text{OCH}_2-$

A¹, A², A³ sind unabhängig voneinander

Phenylen-1,4-diyl, gegebenenfalls ein- oder zweifach substituiert durch CN oder F, Phenylen-1,3-diyl, gegebenenfalls ein- oder zweifach substituiert durch CN oder F, Cyclohexan-1,4-diyl, wobei ein oder zwei H-Atome durch CN und/oder CH_3 und/oder F ersetzt sein können, 1-Cyclohexen-1,4-diyl, wobei ein H-Atom durch F ersetzt sein kann, 1-Alkyl-1-silacyclohexan-1,4-diyl, Pyridin-2,5-diyl, gegebenenfalls einfach substituiert durch F, Pyrimidin-2,5-diyl, gegebenenfalls einfach substituiert durch F, Cyclopentan-2,5-diyl; Thiophen-2,5-diyl

M¹, M² sind ungerichtet unabhängig voneinander

$-\text{OC}(=\text{O})-$, $-\text{OCH}_2-$, $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$, $-\text{OC}(=\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_2-$, $-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$, $-\text{C}\equiv\text{C}-$, $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ oder eine Einfachbindung;

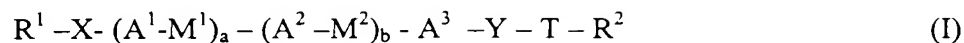
a, b sind unabhängig voneinander gleich 0 oder 1.

2. Cyclopentenderivate nach Anspruch 1, in denen T 1-Cyclopenten-1,3-diyl, 1-Cyclopenten-1,4-diyl oder 3-Cyclopenten-1,3-diyl bedeutet.

3. Cyclopentenderivate nach Anspruch 2, in denen die Gruppierung -Y-T-
1-Cyclopenten-1-carbonyloxy-3-yl, 1-Cyclopenten-1-carbonyloxy-4-yl oder 3-
Cyclopenten-1-carbonyloxy-3-yl bedeutet.
- 5 4. Flüssigkristallmischung, enthaltend mindestens eine Verbindung der
Formel (I) nach einem der Ansprüche 1 bis 3.
5. Flüssigkristallmischung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sie
ferroelektrisch (chiral smektisch) ist.
- 10 6. Flüssigkristallmischung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sie
nematisch ist.
7. Flüssigkristallmischung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch
15 gekennzeichnet, daß sie 0,01 bis 80 Gew.-% an einer oder mehreren
Verbindungen der Formel (I) enthält.
8. Ferroelektrische Schalt- und/oder Anzeigevorrichtung, enthaltend eine
ferroelektrische Flüssigkristallmischung gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7.
- 20 9. Ferroelektrische Schalt- und/oder Anzeigevorrichtung gemäß Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, daß sie Aktivmatrixelemente enthält.

Zusammenfassung

5 Cyclopenten-Derivate der Formel (I),



10 wobei beispielsweise

T Cyclopentan-1,3-diyl ist,

R¹ und R² Wasserstoff sind,

15 X: eine Einfachbindung, -O-, OC(=O)-, -C(=O)O- oder -OC(=O)O-
ist,

Y: -OC(=O)- oder -OCH₂- ist,

A¹, A², A³ unabhängig voneinander Phylen-1,4-diyl sind,

20

M¹, M² ungerichtet unabhängig voneinander

-OC(=O)-, -OCH₂-, -CH₂CH₂-, -OC(=O)CH₂CH₂-, -OCH₂CH₂CH₂-,
-C≡C-, -CH₂CH₂CH₂CH₂- oder eine Einfachbindung sind,

25 a, b unabhängig voneinander gleich 0 oder 1 sind,
werden in FLC-Mischungen eingesetzt.